

16.15 [sidan 419] Våg- och materiefysik MÖ

a) Vi får veta att vågen är av formen $y(x, t) = y_m \sin(kx \pm \omega t + \phi)$ och rör sig i positiva x -axelns riktning. Då skall vi ha $-$ tecken framför ω , och den kurva vi ser i figur 16-26 för $x = 0$ är

$$y(0, t) = y_m \sin(-\omega t + \phi) = -y_m \sin(\omega t - \phi) = y_m \sin(\omega t). \quad (1)$$

Den första omskrivningen ovan bygger bara på att $\sin(-\theta) = -\sin(\theta)$, den andra omskrivningen ovan är en observation från figur 16-26 att kurvan ser ut som 'en vanlig' sinusfunktion. Vilken fas gör att $-\sin(\omega t - \phi) = \sin(\omega t)$, jo för $\phi = \pi$ betyder det att en sinuskurva som ligger π framför $(-)$ är en negativ sinusfunktion, jämför standardformeln $\sin(\pi - \theta) = \sin(\theta)$. Då vet vi direkt hur vågen ser ut om istället $t = 0$ ("y versus x")

$$y(x, 0) = y_m \sin(kx + \pi) = -y_m \sin(kx), \quad (2)$$

jämför standardformeln $\sin(\theta + \pi) = -\sin(\theta)$.

Svar a): Vågen är en negativ sinusfunktion som funktion av x .

b) Avläsning i figur 16-26 ger $y_m = y_s = 4.0$ cm

Svar b): Amplituden är 4.0 cm.

c) Från texten får vi veta att $\lambda = 18$ cm, så att (16-5) ger $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.18} = 34.91 \text{ m}^{-1}$.

Svar c): Vågtalet är 34.9 m^{-1} .

d) Avläsning i figur 16-26 ger $T = 10.0$ s, så att (16-8) ger $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{10.0} = 0.6283 \text{ s}^{-1}$.

Svar d): Periodtiden är 0.628 s^{-1} .

e) Fasen $\phi = \pi$ tog vi fram redan i **a)**. När vi nu har visat hur vi beräknar värden på både k och ω , kan en alternativt få fassen genom att ställa upp en likhet med elongationen, tex för $x = 0$ ger avläsning i figur 16-26 för $t = T/4 = 2.5$ s att

$$y(0, 2.5) = y_m \sin(-\omega \cdot 2.5 + \phi) = y_m \Rightarrow -\omega \cdot 2.5 + \phi = \frac{\pi}{2} + n2\pi, n = 0, 1, 2, \dots,$$

$$\Rightarrow \phi = \frac{\pi}{2} + n2\pi + \frac{2\pi}{10.0} \cdot 2.5 = \pi + n2\pi, \quad (3)$$

Den minsta fasvinkeln är alltså π .

Svar e): Fasen är π radianer.

f) Även denna frågan behandlades i **a)**, vågen rör sig i positiva x -axelns riktning och då skall vi ha $-$ tecken framför ω .

Svar f): Tecknet framför ω är minus.

g) Utbredningsfarten för vågen kan fås på flera sätt, tex genom (16-13) som ger

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{0.6283}{34.91} = 0.01800 \text{ m/s.} \quad (4)$$

Svar g): Vågens fart är 0.0180 m/s.

h) Den transversella hastigheten (vinkelrät mot utbredningsriktningen) erhåller vi från tidsderivatan av elongationen (det lodräta strecket nedan betyder: derivera först och sätt sedan in värdena för x och t)

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial y}{\partial t}(x, t) \right|_{x=0, t=5.0} &= y_m \omega \cos(kx - \omega t + \phi) = y_m \omega \cos(-\omega t + \pi) = y_m \omega \cos(\omega t) \\ &= 0.04 \cdot 0.6283 \cos(0.6283 \cdot 5.0) = -0.02513 \text{ m/s.} \end{aligned} \quad (5)$$

Svar h): Vågens transversella hastighet är -0.025 m/s.